

補助事業番号 29-109

補助事業名 平成29年度 圧縮性流れにおける液滴の微細化に関する補助事業

補助事業者名 岐阜大学 工学部 機械工学科 応用機械システム講座 朝原誠

### 1 研究の概要 (<https://www1.gifu-u.ac.jp/~asatolab/jka.html>)

液滴と衝撃波の干渉における液滴の変形・微粒化挙動を高解像度で撮影するために、時間応答性に優れる衝撃波管におけるレーザー破膜法を開発した。開発した衝撃波管を使用した液滴と衝撃波干渉の実験を行い、高速度カメラで液滴の変形・微粒化を高解像度で撮影することで、それらの挙動を明らかにした。さらに、液滴の変形を数値解析することで、上流側の界面が波打つことが確認できた。

### 2 研究の目的と背景 (<https://www1.gifu-u.ac.jp/~asatolab/jka.html>)

噴霧燃焼を用いたエンジンにおいて見られる高温・高圧の空気に燃料を噴射する場合において、燃焼器内の圧縮波が噴霧燃焼の過程に影響し、作動が不安定性となることが指摘されている。そこで、液体燃料噴霧燃焼における圧縮波の影響の理解に向け、現象を単純化させた単一液滴と衝撃波の干渉による液滴の変形・微粒化挙動を明確に示すことを目的とする。

### 3 研究内容 (<https://www1.gifu-u.ac.jp/~asatolab/jka.html>)

#### (1) 衝撃波管におけるレーザー破膜法の開発

液滴と衝撃波の干渉による液滴の変形・微粒化挙動を明確に捉えるためには、カメラの画角を狭くして高解像度で捉えなければならない。そこで、衝撃波管の隔膜にレーザーを照射し、レーザーの熱によって隔膜を溶かし、瞬時に破膜させるレーザー破膜法を開発した。レーザーによって隔膜を破膜させることで、時間応答性の高い破膜が実現することができた。時間応答性の高いレーザー破膜法を使用すれば、液滴と衝撃波の干渉位置を高精度でコントロールできるため、カメラの画角を狭くした高解像度撮影が実現できる。

#### (2) 実験による衝撃波と液滴の干渉

(1)において開発した衝撃波管を用いて、衝撃波と液滴の干渉および衝撃波と液柱の干渉の実験を行った。図1は衝撃波によって変形・微粒化された液滴を示す。衝撃波によって液滴は潰され、平らな形状となる。さらに、平らになった液滴の側面から液体が剥がされるように液滴が微粒化することが確認できる。このような側面から剥がされるような過程により液滴が微粒化されることで、微細液滴が形成する。また、図2は衝撃波によって崩壊・微粒化された液柱を示す。噴射口付近において液柱は崩壊し、その後、微細液滴へと微粒化される。



図1 衝撃波による液滴の変形・微粒化.

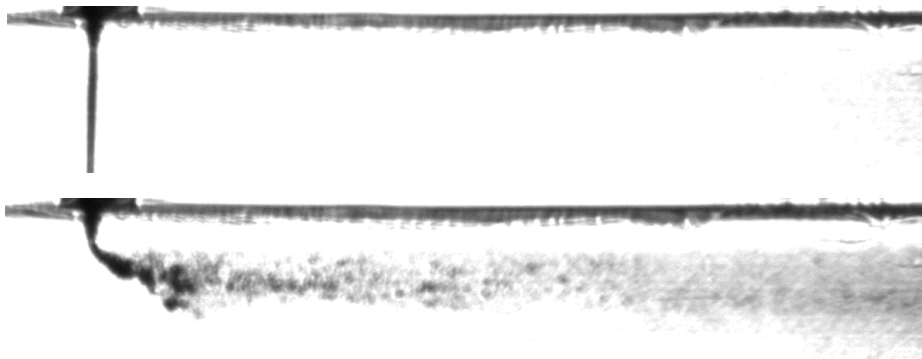


図2 衝撃波による液柱の崩壊・微粒化.

### (3) 数値解析による衝撃波と液滴の干渉

実施者が開発した圧縮性気液二相流体解析ソルバを使用し、液滴と衝撃波の干渉を数値解析した。図2に衝撃波と液滴が干渉して間もない時間における密度勾配分布を示す。液滴と衝撃波の干渉により反射衝撃波1(R1)、マッハステム1(M1)、反射衝撃波2(R2)、マッハステム2(M2)の発生が確認できる。さらに、時間が経過した後の液滴形状と流れ場の圧力を図3に示す。衝撃波によってもたらされる液滴上流側と液滴側面・下流側の差圧により実験においても確認されたように液滴は潰され、図3に示されるような平たい形状となる。さらに、衝撃波による急激な加速に起因して上流側の界面は不安定となり波打つことが確認された。

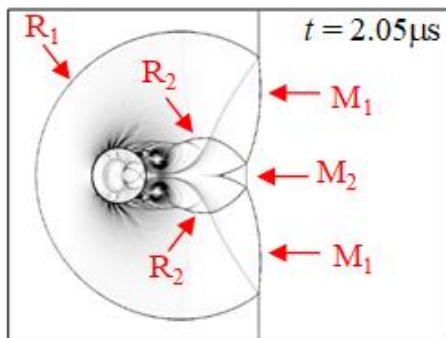


図2 液滴と衝撃波の干渉の数値解析結果の密度勾配分布.

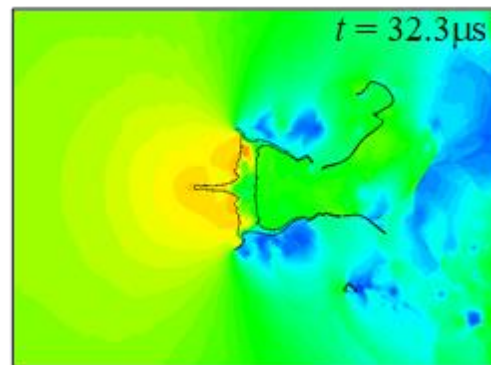


図3 液滴と衝撃波の干渉の数値解析結果の圧力分布.

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

今回の研究により、衝撃波と液滴の干渉による液滴の変形・微粒化挙動が明らかとなった。この知見を基に液滴の液滴微粒化特性予測式を提案し、噴霧燃焼の数値解析に役立てたいと考えている。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究を博士課程学生の研究テーマとし、学生とともに問題解決に取り組んだ。また、本研究によって得られた知識や経験は、今後の航空宇宙分野の研究に応用されると考える。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

[学会発表]

1. T. Kamiya, M. Asahara, T. Miyasaka, Hydrodynamic Instability on Liquid Column Deformation at a High Weber Number, 14<sup>th</sup> Triennial International Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, USA.
2. 服部晏明, 宮坂武志, 朝原誠, 衝撃波管におけるレーザー破膜法の検討, 日本機械学会東海支部 第49回学生会卒業研究発表講演会.
3. 服部晏明, 宮坂武志, 朝原誠, 衝撃波発生タイミングの制御を目的としたレーザー破膜法の検討, 日本機械学会 2018年度年次大会
4. 服部晏明, 宮坂武志, 朝原誠, ウェーバー数が気流中における液滴の微粒化構造に及ぼす影響, 日本機械学会 第96期 流体工学部門 講演会

#### 7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

現時点での成果物はありません。

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

当事業で作成したものはありません。

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 岐阜大学工学部 (ギフダイガクコウガクブ)

住 所: 〒501-1112 岐阜県岐阜市柳戸1-1

担 当 者: 助教 (ジョキョウ)

担 当 部 署: 機械工学科 航空宇宙推進研究室

(キカイコウガツカ コウクウウチュウスイシンケンキュウシツ)

E - m a i l: asahara@gifu-u.ac.jp

U R L: <https://www1.gifu-u.ac.jp/~asatolab/index.html>